

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-297390

(43)Date of publication of application : 24.10.2000

(51)Int.Cl. C23G 1/08

(21)Application number : 11-104366 (71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

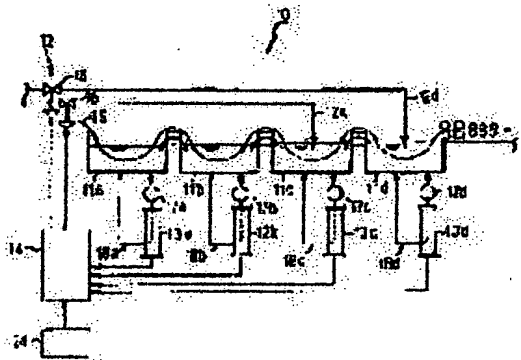
(22)Date of filing : 12.04.1999 (72)Inventor : TAKEUCHI KOICHI

## (54) CONTINUOUS PICKLING METHOD AND CONTINUOUS PICKLING APPARATUS

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To raise the acid concn. in pickling liquid held in pickling vessels to a prescribed value while suppressing the acid concn. in the pickling liquid from the last pickling vessel to 12% or less.

**SOLUTION:** A predicted value of the acid consumption in the pickling liquid held in a third vessel 11c and the last vessel 11d of a continuous pickling apparatus 10 at the pickling time is calculated with a control unit 14. On the basis of the calculated prediction value, acid liquid supplying quantities into the third vessel 11c and the last vessel 11d are decided and the acid liquid is supplied from an acid liquid supplying system 12. Then, the acid concns. in the pickling liquid held in the third vessel 11c and the last vessel 11d supplied with the acid liquid are continuously measured with an acid concn. continuous measuring instruments 13c, 13d, respectively. On the basis of the continuous measured values of the acid concns., the acid liquid is supplied into the third vessel 11c and the last vessel 11d from the acid liquid supplying system 12 so that the acid concns. of the pickling liquid held in the third vessel 11c and the last vessel 11d correspond to each of the target values, respectively.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-297390

(P2000-297390A)

(43) 公開日 平成12年10月24日 (2000. 10. 24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

C 2 3 G 1/08

識別記号

F I

C 2 3 G 1/08

テーマコード(参考)

4 K 0 5 3

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平11-104366

(22) 出願日

平成11年4月12日 (1999. 4. 12)

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 武内 孝一

大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(74) 代理人 100081352

弁理士 広瀬 章一

Fターム(参考) 4K053 PA02 QA01 RA19 SA06 TA02

TA16 TA24 XA24 XA45 XA46

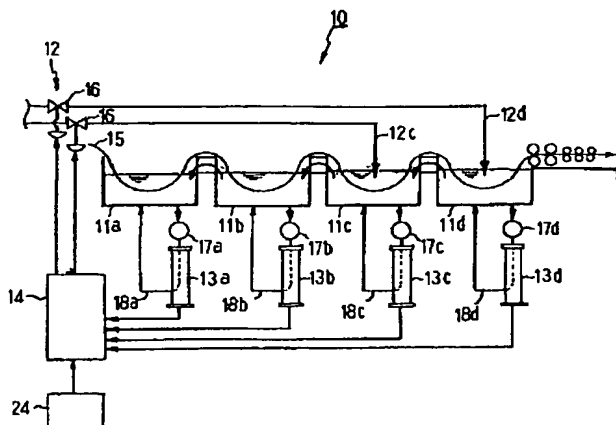
YA03 YA04

(54) 【発明の名称】 連続酸洗方法および連続酸洗装置

(57) 【要約】

【課題】 最終酸洗槽からの酸洗液の酸濃度を12%以下に抑制しながら、他の酸洗槽に収容された酸洗液の酸濃度を所望の値に上昇できない。

【解決手段】 制御装置14により、連続酸洗装置10の第3槽11c および最終槽11d にそれぞれ収容された酸洗液の酸洗時における酸消費量の予測値を算出し、算出した予測値に基づいて第3槽11c および最終槽11d それぞれへの酸液供給量を決定して酸液供給系12から酸液を供給する。そして、酸液を供給された第3槽11c および最終槽11d にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度を酸濃度連続測定装置13c、13d により連続的に測定し、測定された酸濃度の連続的な測定値に基づいて、第3槽11c および最終槽11d にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度が、いずれも目標値に一致するように、第3槽11c および最終槽11d へ酸液供給系12から酸液を供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 連続酸洗装置を構成する複数の酸洗槽のうちの 2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸洗時における酸消費量の予測値を、該酸洗時の酸洗条件に基づいて算出し、

算出した前記予測値に基づいて前記 2 以上の酸洗槽それぞれへの酸液供給量を決定して酸液を供給し、

該酸液を供給された前記 2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容される酸洗液の酸濃度を連続的に測定し、測定された前記酸濃度の連続的な測定値に基づいて、前記 2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度がいずれも目標値に一致するように、前記 2 以上の酸洗槽への酸液供給量を制御することを特徴とする連続酸洗方法。

【請求項 2】 前記 2 以上の酸洗槽は、少なくとも最終酸洗槽を含む請求項 1 に記載された連続酸洗方法。

【請求項 3】 前記連続酸洗装置は、下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次オーバーフローさせる型の連続酸洗装置、または下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次輸送する型の連続酸洗装置である請求項 1 または請求項 2 に記載された連続酸洗方法。

【請求項 4】 前記酸濃度の連続的な測定値は、少なくとも、前記 2 以上の酸洗槽にそれぞれ設けられた酸洗液循環流路に配置された密度計からの連続的な出力値を用いて、測定される請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載された連続酸洗方法。

【請求項 5】 前記酸濃度の連続的な測定値は、前記酸洗槽または前記酸洗液循環流路に配置された温度計および導電率計それぞれからの連続的な出力値を用いて、測定される請求項 4 に記載された連続酸洗方法。

【請求項 6】 連続酸洗装置を構成する複数の酸洗槽のうちの 2 以上の酸洗槽と、

前記 2 以上の酸洗槽へそれぞれ酸液を供給する酸液供給系と、

前記 2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度をそれぞれ連続的に測定する酸濃度連続測定装置と、前記 2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸洗時における酸消費量の予測値を、該酸洗時の酸洗条件からそれぞれ算出し、算出した前記予測値に基づいて酸液供給量を決定して前記酸液供給系へ酸液供給信号を出力するとともに、該酸液供給系から前記 2 以上の酸洗槽へ酸液が供給された後に前記酸濃度連続測定装置から出力される前記酸濃度の連続的な測定値に基づいて、前記 2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度がいずれも目標値に一致するように、前記酸液供給系へ酸液供給信号を出力する制御装置とを組み合わせることを特徴とする連続酸洗装置。

【請求項 7】 前記 2 以上の酸洗槽は、少なくとも最終酸洗槽を含む請求項 6 に記載された連続酸洗装置。

【請求項 8】 前記連続酸洗装置は、下流側の酸洗槽に

収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次オーバーフローさせる型の連続酸洗装置、または下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次輸送する型の連続酸洗装置である請求項 6 または請求項 7 に記載された連続酸洗装置。

【請求項 9】 前記酸濃度連続測定装置は、

前記酸洗槽に接続され、該酸洗槽から取り出された酸洗液の流路の一部に設けられた本体と、

該本体の内部を流れる前記酸洗液の密度を測定する密度計と、

前記流路または前記酸洗槽における酸洗液の温度を測定する温度計と、

前記流路または前記酸洗槽における酸洗液の導電率を測定する導電率計と、

前記密度、前記温度計および前記導電率計それぞれの測定結果に基づいて前記流路の一部を流れる酸洗液の酸濃度を演算する演算装置とを組み合わせる請求項 6 から請求項 8 までのいずれか 1 項に記載された連続酸洗装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、連続酸洗方法および連続酸洗装置に関し、より具体的には、例えば、熱間圧延を終了した鋼帯の表面に生成したスケールを除去するための連続酸洗方法および連続酸洗装置に関する。

【0002】

【従来の技術】周知のように、熱間圧延を行われた鋼帯の表面には、酸化物からなるスケールが生成される。このスケールは、一般的に、鋼帯を例えば塩酸等からなる酸洗液に連続的に浸漬させる酸洗を行われることによって、除去される。この酸洗は、通常、3 槽～5 槽程度の酸洗槽を備える連続酸洗装置を用いて行われる。

【0003】図 4 は、4 槽の酸洗槽 2a～2d を備える連続酸洗装置 1 を模式的に示す説明図である。同図に示すように、連続酸洗装置 1 の第 1 槽 2a、第 2 槽 2b、第 3 槽 2c および第 4 槽（最終槽）2d に、鋼帯 3 を順次連続的に通板させることにより、酸洗が行われる。各酸洗槽 2a～2d に収容される酸洗液は、鋼帯 3 との反応や鋼帯 3 による持ち出しにより、徐々に減少する。そのため、この連続酸洗装置 1 では、最終槽 2d に酸液供給装置 4 から酸液を供給し、隣接する各酸洗槽 2a～2d の間に設けられた酸液輸送配管 5a～5c により、酸洗液を下流側の酸洗槽から上流側に隣接する酸洗槽へ順次輸送する。そして、第 1 槽 2a からオーバーフローする酸洗液を、回収装置 6 に送って回収し、再利用する。

【0004】連続酸洗装置 1 では、酸洗液をこのように各酸洗槽 2a～2d 間で循環させるため、各酸洗槽 2a～2d に収容される酸洗液の酸濃度は異なる。例えば、最終槽 2d では 12% 程度であり、第 1 槽 2a では 3% 程度である。また、第 2 槽 2b、第 3 槽 2c では、最終槽 2d と第 1 槽 2a との

中間の濃度となる。

【0005】この連続酸洗装置1では、最終槽2dへの酸液の供給量を決定するには、少なくとも最終槽2dに収容された酸洗液の酸濃度を測定する必要がある。しかし、これまでの酸濃度測定技術では、酸洗液の酸濃度を短時間で測定することはできなかった。例えば、公知の滴定式分析計を用いて最終槽2dに収容された酸洗液の酸濃度を測定すると、試薬導入からデータ出力までの1回のサンプリングに約15分間を要してしまう。このため、最終槽2dへの酸液の供給が大幅に遅れてしまい、この間に過渡的に鋼帯に酸洗不良が発生してしまう。

【0006】そこで、酸洗液の酸濃度を短時間で測定できないことを補償するために、例えば、特開昭57-174473号公報には、酸洗液の酸濃度を測定せずに鋼帯の寸法や材質等に基づいて酸液の供給量を演算により求める発明が、また特開平7-54175号公報には、酸洗液の酸濃度を測定せずに酸洗の前後における鋼帯の板厚の測定値に基づいて酸液の供給量を演算により求める発明が、それぞれ提案されている。これらの従来の技術によれば、酸液を供給される酸洗槽（図4の連続酸洗装置1では最終槽2d）に収容された酸洗液の酸濃度を、目標値に制御することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これらの従来の技術では、酸液を供給される酸洗槽以外の酸洗槽に収容される酸洗液の酸濃度を高くすることができないため、連続酸洗装置1を備える酸洗工程の生産性を向上させること、つまり酸洗速度を向上させることができない。

【0008】すなわち、連続酸洗装置1の酸洗速度を向上するには、酸液を供給される最終槽2dへの酸液の供給量を増加して、各酸洗槽2a~2dに収容される酸洗液の酸濃度を高める必要がある。しかし、最終槽2dの酸洗液の酸濃度が約12%を越えると、酸洗液である塩酸の蒸気圧が高くなり、最終槽2dにおいて蒸発による塩酸の消費量が増加し、酸洗液に要するコストが著しく増加してしまう。このため、最終槽2d以外の各酸洗槽2a~2cに収容される酸洗液の酸濃度を高めることができず、酸洗速度を向上することができない。

【0009】本発明の目的は、酸液を供給される酸洗槽からの酸洗液の蒸発量をできるだけ抑制しながら、各酸洗槽に収容された酸洗液の酸濃度を高めて所望の値に近づけ、これにより、酸洗の生産性を向上することができる連続酸洗方法および連続酸洗装置を提供することである。また、本発明の目的は、このような連続酸洗方法および連続酸洗装置を、既存の連続酸洗設備をできるだけ改造することなく提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、連続酸洗装置を構成する複数の酸洗槽のうちの2以上の酸洗槽にそれ

ぞれ収容された酸洗液の酸洗時における酸消費量の予測値を、酸洗時の酸洗条件に基づいて算出し、算出した予測値に基づいて2以上の酸洗槽それぞれへの酸液供給量を決定して酸液を供給し、酸液を供給された2以上の酸洗槽にそれぞれ収容される酸洗液の酸濃度を連続的に測定し、測定された酸濃度の連続的な測定値に基づいて、2以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度が目標値に一致するように、2以上の酸洗槽への酸液供給量を制御することを特徴とする連続酸洗方法である。

【0011】この本発明にかかる連続酸洗方法では、(i) 2以上の酸洗槽が少なくとも最終酸洗槽を含むこと、(ii) 連続酸洗装置が、下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次オーバーフローさせる型の連続酸洗装置、または下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次輸送する型の連続酸洗装置であること、(iii) 酸濃度の連続的な測定値が、少なくとも、2以上の酸洗槽にそれぞれ設けられた酸洗液循環流路に配置された密度計からの連続的な出力値を用いて、測定されることが例示される。特に、この(iii)項の場合には、酸濃度の連続的な測定値が、酸洗槽または酸洗液循環流路に配置された温度計および導電率計それぞれからの連続的な出力値を用いて測定されることが、さらに例示される。

【0012】また、別の観点からは、本発明は、連続酸洗装置を構成する複数の酸洗槽のうちの2以上の酸洗槽と、2以上の酸洗槽へそれぞれ酸液を供給する酸液供給系と、2以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度をそれぞれ連続的に測定する酸濃度連続測定装置と、2以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸洗時における酸消費量の予測値を、酸洗時の酸洗条件からそれぞれ算出し、算出した予測値に基づいて酸液供給量を決定して酸液供給系へ酸液供給信号を出力するとともに、酸液供給系から2以上の酸洗槽へ酸液が供給された後に酸濃度連続測定装置から出力される酸濃度の連続的な測定値に基づいて、2以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度が目標値になるように、酸液供給系へ酸液供給信号を出力する制御装置とを組み合わせることを特徴とする連続酸洗装置である。

【0013】この本発明にかかる連続酸洗装置では、(i v) 2以上の酸洗槽が少なくとも最終酸洗槽を含むこと、(v) 連続酸洗装置が、下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次オーバーフローさせる型の連続酸洗装置、または下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次輸送する型の連続酸洗装置であること、(vi) 酸濃度連続測定装置が、酸洗槽に接続され、酸洗槽から取り出された酸洗液の流路の一部に設けられた本体と、この本体の内部を流れる酸洗液の密度を測定する密度計と、流路または酸洗槽における酸洗液の温度を測定する温度計と、流路または酸洗槽における酸洗液の導電率を測定する導電率計と、密

度、温度計および導電率計それぞれの測定結果に基づいて流路の一部を流れる酸洗液の酸濃度を演算する演算装置とを組み合わせることで、いずれも例示される。

#### 【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】以下、本発明にかかる連続酸洗方法および連続酸洗装置の実施の形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以降の実施の形態の説明では、酸洗液が塩酸であるとともに、後述する図 2 に示す酸濃度連続測定装置 13 を用いた場合を例にとる。

【 0 0 1 5 】図 1 は、本実施形態の連続酸洗装置 10 の構成を模式的に示す説明図である。同図に示すように、この連続酸洗装置 10 は、酸洗槽 11a ~ 11d と、酸液供給系 12 と、酸濃度連続測定装置 13c 、 13d と、制御装置 14 とを備える。以下、これらの構成要素について、順次説明する。

【 0 0 1 6 】〔酸洗槽 11a ~ 11d 〕この連続酸洗装置 10 は、4 つの酸洗槽 11a ~ 11d を有する。酸洗槽 11a が第 1 槽であり、酸洗槽 11b が第 2 槽であり、酸洗槽 11c が第 3 槽であり、さらに酸洗槽 11d が最終槽である。

【 0 0 1 7 】酸洗される鋼帯 15 は、第 1 槽 11a 、第 2 槽 11b 、第 3 槽 11c および最終槽 11d の順に、各酸洗槽 11a ~ 11d に収容された酸洗液に浸漬される。そして、最終槽 11d を出た鋼帯 15 は、次工程に送られる。

【 0 0 1 8 】また、この連続酸洗装置 10 では、下流側の酸洗槽に収容された酸洗液が上流側に隣接する酸洗槽へ順次オーバーフローする。すなわち、最終槽 11d に収容された酸洗液が第 3 槽 11c へオーバーフローし、第 3 槽 11c に収容された酸洗液が第 2 槽 11b へオーバーフローし、第 2 槽 11b に収容された酸洗液が第 1 槽 11a へオーバーフローする。そして、第 1 槽 11a からオーバーフローする酸洗液は、図示しない回収装置に送られて回収され、再利用される。本実施形態の酸洗槽 11a ~ 11d は、以上のように構成される。

【 0 0 1 9 】〔酸液供給系 12 〕本実施形態の連続酸洗装置 10 は、酸液供給系 12 を有する。本実施形態の酸液供給系 12 は、第 3 槽 11c に酸液を供給する第 3 槽酸液供給装置 12c と、最終槽 11d に酸液を供給する最終槽酸液供給装置 12d とにより構成される。第 3 槽酸液供給装置 12c および最終槽酸液供給装置 12d は、いずれも、電磁式のダイヤフラム弁 16 を介して、図示しない酸液供給源に接続されている。第 3 槽酸液供給装置 12c および最終槽酸液供給装置 12d にそれぞれ設けられたダイヤフラム弁 16 は、いずれも、後述する制御装置 14 に接続されており、制御装置 14 から出力される酸液供給信号によって弁の開度が制御される。これにより、第 3 槽酸液供給装置 12c から第 3 槽 11c への酸液の供給量と、最終槽酸液供給装置 12d から最終槽 11d への酸液の供給量とが、個別に制御される。

【 0 0 2 0 】なお、本実施形態では第 3 槽 11c および最

終槽 11d に酸液を供給するようにしているが、第 2 槽 11b やさらには第 1 槽 11a にも、第 3 槽酸液供給装置 12c および最終槽酸液供給装置 12d と同様の酸液供給装置をそれぞれ設けて、酸液を個別に供給するようにしてもよい。本実施形態の酸液供給系 12 は、以上のように構成される。

【 0 0 2 1 〕〔酸濃度連続測定装置 13c 、 13d 〕本実施形態では、第 3 槽 11c には酸濃度連続測定装置 13c が設けられるとともに、最終槽 11d には酸濃度連続測定装置 13d が設けられる。酸濃度連続測定装置 13c および酸濃度連続測定装置 13d は、同一のものであるため、以降の説明では酸濃度連続測定装置 13d を例にとって説明する。

【 0 0 2 2 〕図 2 は、本実施形態の酸濃度連続測定装置 13d の内部構造を示す説明図である。図 2 中の破線矢印は酸洗液の流れを示す。図 2 に示すように、この酸濃度連続測定装置 13d は、ポンプ 17d により最終槽 11d から圧送された酸洗液を連続的に一方向へ流すための循環流路 18d の一部を内蔵する筒状の酸濃度連続測定装置本体 19d と、循環流路 18d の一部を流れる酸洗液を連続的に測定する密度計 20d 、温度計 21d および導電率計 22d とを備える。

【 0 0 2 3 〕本実施形態における酸濃度連続測定装置本体 19d は、筒形状のものであってサンプルである酸洗液を最終槽 11d から連続的に流して最終槽 11d へ戻すことができる構造であればよく、特定の構造には限定されない。

【 0 0 2 4 〕酸濃度連続測定装置本体 19d の材質は、酸洗液に浸食されない程度の耐酸性を有するものであればよく、本実施形態ではポリプロピレン製とした。また、酸濃度連続測定装置本体 19d の内部に形成される循環流路 18d の一部は、できるだけエルボ等の流速低下部が少ないストレート状に形成してある。これにより、酸濃度連続測定装置本体 19d の内部において、酸洗液の流れが低下することによる詰まりの発生が可及的に抑制される。

【 0 0 2 5 〕さらに、循環流路 18d の一部を流れる酸洗液の流速は、密度計 20d 、温度計 21d および導電率計 22d それぞれの測定精度を維持するために、2m/sec 以下であることが望ましい。本実施形態の酸濃度連続測定装置 13d の酸濃度連続測定装置本体 19d の内部では、下方に位置する循環流路 18d が、排出用配管 23d と略同じ高さ位置に形成されている。これにより、ポンプ 17d により圧送されてきた酸洗液は、図中の破線矢印で示すように、酸濃度連続測定装置本体 19d の内部における最底部付近において一旦滞留してから、排出用配管 23d へと導かれる。このため、本実施形態の酸濃度連続測定装置 19d では、循環流路 18d を流れる酸洗液の流速を、密度計 20d 、温度計 21d および導電率計 22d の測定精度の観点から望ましい流速である 2m/sec 以下に容易に設定・管理し、測定精度の向上を図ることができる。本実施形態

では、酸洗液の流速が1m/secになるように、酸濃度連続測定装置本体19dの各部寸法を設定した。

【0026】また、本実施形態では、密度計20dには、二つの検出部20d-1、20d-2を有する公知の差圧センサー方式の密度計を用いた。二つの検出部20d-1、20d-2は、所望の密度測定精度を確保するために、循環流路18dの一部の形成方向に関する距離d<sub>1</sub>が少なくとも500mmとなるように離して、酸濃度連続測定装置本体19dの長手方向略中央の胴部に設置される。

【0027】また、検出部20d-1、20d-2の設置部では、酸洗液の流通方向と直交する方向(図2における左右方向)に関する分流部の突出量d<sub>2</sub>を、できるだけ小さく設定してある。これにより、分流部における酸洗液の滞留が抑制され、酸洗液の詰まりが確実に防止される。

【0028】本実施形態では、温度計21dには公知の白金抵抗体式の温度計を用いた。また、導電率計22dにも公知の電磁誘導型の導電率計を用いた。温度計21dおよび導電率計22dは、ともに、循環流路18dの一部の出側で測定を行うことができるように、酸濃度連続測定装置本体19dの底部に設置される。

【0029】なお、本実施形態では、温度計21dおよび導電率計22dは、いずれも、酸濃度連続測定装置本体19dに設けた。これは、温度計21dおよび導電率計22dとともに密度計20dの近傍に配置することにより、測定誤差を可及的低減するためである。しかし、温度計21d、導電率計22dは、必ずしも酸濃度連続測定装置本体19dに配置する必要はない。温度計21d、導電率計22dを、最終槽11dの内部または、最終槽11dと酸濃度連続測定装置本体19dとの間の循環流路18dを構成する配管等に設置して、循環する酸洗液の温度、導電率を測定することとしてもよい。この場合、密度計20dの設置部近傍における温度、導電率の値と、温度計21d、導電率計22dの設置部における測定データとの偏差を予め求めておき、これらの偏差を用いて温度計21d、導電率計22dの設置部における測定データを補正すればよい。これにより、温度計21dおよび導電率計22dを密度計20dの近傍に配置しなくとも、測定誤差が可及的低減される。

【0030】この酸濃度連続測定装置13dは、本実施形態では、最終槽11dの外壁面近傍に設置される。そして、酸濃度連続測定装置13dは、最終槽11dの近傍に設置したポンプ17dにより最終槽11dに収容された酸洗液を一方向へ流す。これにより、酸濃度連続測定装置13dは、連続的に酸洗液の密度、温度および導電率をいずれも測定することが可能である。

【0031】このように、本実施形態の酸濃度連続測定装置13dで用いる密度計20d、温度計21dおよび導電率計22dには、いずれも、高い使用実績を有する公知の工業計器を使用する。このため、本実施形態の酸濃度連続測定装置13dは、極めて高い精度で正確に、酸洗液の密

度、温度および導電率を求めることができる。

【0032】また、本実施形態の酸濃度連続測定装置13dの近傍には、密度計20dにより連続的に測定された密度と、温度計21dにより連続的に測定された温度と、導電率計22dにより連続的に測定された導電率とに基づいて、酸洗液の酸濃度を演算する演算装置(図示しない)が設置される。この演算装置により酸洗液の酸濃度が連続的に演算される。この演算装置による演算結果は、後述する制御装置14へ入力される。

【0033】なお、本実施形態の酸濃度連続測定装置13dによる「連続的な測定」とは、例えば公知の滴定式分析計を用いた場合の測定ピッチ(約15分間)に比べて極めて短い測定ピッチでの測定を意味しており、例えば、測定ピッチが1分間以下、望ましくは10秒間以下である酸濃度測定を意味する。

【0034】また、本実施形態の酸濃度連続測定装置13dでは、酸濃度連続測定装置本体19dを筒形状単管式とする。このため、以下に列記する効果(i)~(vii)が奏せられる。

【0035】(i)循環流路18dの形状をできるだけ直線状とするとともに、距離d<sub>1</sub>をできるだけ小さく設定する。このため、循環流路18d内、特に密度計20d、温度計21dおよび導電率計22dそれぞれの近傍における酸洗液の滞留が防止され、酸洗液を連続的に流すことができる。

【0036】(ii)酸洗液は、循環流路18d内を連続的に流れる。このため、循環流路18d内における酸洗液の偏析が防止され、別々に採取した複数種の酸洗液をも同一条件で正確に測定することができる。

【0037】(iii)ポンプ17dにより酸洗液を常時流すため、酸濃度連続測定装置本体19dのメンテナンス性および内部洗浄性がいずれも著しく向上し、酸洗液の詰まりを解消しながら連続測定を行うことができる。

【0038】(iv)酸洗液の密度、温度および導電率を連続的に測定するため、酸洗液の酸濃度を連続的に測定することができる。これにより、この酸濃度連続測定装置13dを、例えば連続酸洗設備の最終酸洗槽の酸濃度に関するフィードバック制御、または、フィードバック制御およびフィードフォワード制御と組合せることにより、最終酸洗槽の酸濃度を連続的かつ高精度で自動制御することも可能となる。

【0039】(v)酸濃度連続測定装置13dは、図1および図2に示すように、極めて簡単な外部形状を有する。このため、例えば連続酸洗設備等への設置の自由度が高い。

【0040】(vi)酸濃度連続測定装置13dの内部は、図2に示すように、簡単な内部構造を有する。このため、循環流路18dを流れる酸洗液の流速を、密度計20d、温度計21dおよび導電率計22dの測定精度の観点から望ましい流速である2m/sec以下に、容易に設定・管理する

ことができる。したがって、酸濃度連続測定装置13dは、測定精度の維持が容易である。

【0041】(vii) 酸濃度連続測定装置13dは簡単な構造であるため、酸洗槽の近傍に容易に設置することができる。このため、酸洗槽から酸洗液を分流させる循環流路18dを構成する配管の長さを可及的短くすることができる。これにより、酸洗液が酸洗槽を出てから酸濃度連続測定装置13dに到達して測定されるまでの間のタイムロス可及的短縮することができる。このため、酸濃度連続測定装置13dは、制御精度の低下を抑制できる。

【0042】なお、本実施形態では、第3槽11cおよび最終槽11dにそれぞれ酸濃度連続測定装置13c、13dを設けたが、図1に図示するように、第2槽11bにも酸濃度連続測定装置13bを設け、さらに必要に応じて第1槽11aにも酸濃度連続測定装置13aを設け、これらの出力値も制御装置14に入力するように構成してもよい。本実施形態の酸濃度連続測定装置13c、13dは、以上のように構成される。

【0043】〔制御装置14〕本実施形態の連続酸洗装置10は、制御装置14を有する。この制御装置14は、第3槽11cに収容された酸洗液の酸洗時における酸消費量と、最終槽11dに収容された酸洗液の酸洗時における酸消費量とを、いずれも、近似式を用いて算出する。第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれにおける酸消費量の予測計算は、酸洗ライン制御装置24から入力される、鋼帯15の材質や寸法、通板速度、酸液組成、酸液温度さらには各槽の寸法等といった酸洗時の酸洗条件に基づいて行われるが、特定の手段には限定されない。公知の手段により予測計算を行えばよい。

【0044】例えば、単位面積当たりの減少量（本明細書では「酸洗減量値」という。）を時間に対して1次式を用いて近似する場合、酸洗時間と酸洗減量値との関係は比例関係になる。図3は、この関係の一例を示すグラフである。

【0045】図3にグラフで示すように、酸洗時間と酸洗減量値との関係は、原点Oを起点とする直線関係となる。すなわち、第1槽11aを通過する時刻 $t_1$ における酸洗減量値 $m_1$ 、第2槽11bを通過する時刻 $t_2$ における酸洗減量値 $m_2$ 、第3槽11cを通過する時刻 $t_3$ における酸洗減量値 $m_3$ 、および最終槽11dを通過する時刻 $t_4$ における酸洗減量値 $m_4$ は、いずれも、同一の直線上に位置し、酸洗が完了した時刻 $t_4$ 以降は酸洗減量値が一定となる。この直線の傾きが酸洗速度を示し、酸洗される鋼帯15の材質や、酸洗条件（酸洗液の温度や組成等）により規定される。

【0046】したがって、各酸洗槽11a～11dにおける酸消費量は、各酸洗槽11a～11dそれぞれを通過するのに要した時間と、図3のグラフの直線の傾きと、鋼帯15の寸法（幅）とを掛け合わせた値として、求められる。このようにして、各酸洗槽11a～11dそれぞれにおける

酸洗液の消費量を算出することができる。なお、本実施形態のように、酸洗時間と酸洗減量値との関係を直線で近似するのではなく、図3に一点鎖線で示すように、実際の酸洗曲線に近いS字状曲線により近似すれば、より高精度に各酸洗槽11a～11dにおける酸消費量を算出することができる。

【0047】また、制御装置14は、このようにして算出した第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれにおける酸消費量の予測値に基づいて、第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれへの酸液供給量を決定する。そして、制御装置14は、酸液供給系12のダイヤフラム弁16へ酸液供給信号を出力して、必要供給量の酸液を、第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれへ供給する。

【0048】さらに、制御装置14は、第3槽酸液供給装置12cから第3槽11cへ酸液を供給するとともに最終槽酸液供給装置12dから最終槽11dへ酸液を供給した後に、酸濃度連続測定装置13c、13dから出力される酸濃度の連続的な測定値に基づいて、酸液供給系12へ酸液供給信号を再度出力して、第3槽11cおよび最終槽11dにそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度が目標値に一致するように、微調整する。

【0049】本実施形態の制御装置14は、以上のように構成される。次に、4つの酸洗槽11a～11dと、酸液供給系12と、酸濃度連続測定装置13c、13dと、制御装置14とを備える本実施形態の連続酸洗装置10により、鋼帯15に酸洗を行う状況を経時的に説明する。

【0050】〔酸消費量の予測計算〕図1に示す連続酸洗装置10により、鋼帯15に酸洗が行われている。ここで、制御装置14により、第3槽11cおよび最終槽11dにそれぞれ収容された酸洗液の酸消費量の予測値が、酸洗ライン制御装置24から入力される前述した酸洗条件に基づいて、算出される。

【0051】ここで、予測計算の種類にかかわらず、この算出値には、必ず実際の酸消費量に対する誤差が存在する。そこで、本実施形態では、後述するように、酸濃度の連続的な測定値を用いて酸液の供給量を制御することにより、この誤差を可及的に低減する。

【0052】〔算出値に基づく酸液の供給〕次に、制御装置14により、このようにして予測した第3槽11cおよび最終槽11dにそれぞれ収容された酸洗液の酸消費量に基づいて、第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれへの酸液供給量が決定される。

【0053】そして、制御装置14から、第3槽酸液供給系12cおよび最終槽酸液供給系12dそれぞれのダイヤフラム弁16、16へ酸液供給信号が出力され、第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれへ、決定された供給量の酸液が供給される。

【0054】〔酸濃度の連続測定〕このようにして、第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれへ、決定された供給量の酸液が供給された後に、酸濃度連続測定装置13cに

より第3槽11cに収容された酸洗液の酸濃度が連続的に測定されるとともに、酸濃度連続測定装置13dにより最終槽11dに収容された酸洗液の酸濃度が連続的に測定される。これらの連続的な測定値は、制御装置14に送られる。

【0055】〔連続測定結果に基づく酸液の供給〕制御装置14では、これらの連続的な測定値と、第3槽11cおよび最終槽11dにそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度の目標値との偏差が求められる。そして、この偏差が零になるように、制御装置14から第3槽酸液供給系12cおよび最終槽酸液供給系12dそれぞれのダイヤフラム弁16、16へ酸液供給信号が出力され、第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれに対する酸液の供給量が制御される。

【0056】これにより、第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれへの酸液供給量の予測計算結果が有する誤差が補正され、第3槽11cおよび最終槽11dのみならず、第2槽11bに収容された酸洗液の酸濃度を、目標値に迅速かつ正確に近づけることができる。

【0057】本実施形態において、最終槽11dだけでなく第3槽11cにも酸液を供給するのは、このように、第3槽11cや第2槽11bにそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度を高め、目標値に近づけるためである。したがって、第4槽が最終槽11dとなる本実施形態では、最終槽11dおよび第3槽11cに酸液を供給したが、例えば第5槽が最終槽となる連続酸洗装置の場合には、最終槽および第3槽それぞれに酸液を供給することが望ましい。

【0058】本実施形態では、連続測定結果に基づく酸液の供給を、最終槽11dだけでなく第3槽11cに対しても行うため、最終槽11dに収容された酸洗液の酸濃度を12%超に上昇させることなく、第3槽11cに収容された酸洗液の酸濃度を高めて目標値に近づけることができる。このため、最終槽11dからの酸洗液の蒸発を防止しながら、第3槽11cに収容された酸洗液の酸濃度を高めて目標値に近づけることができる。このため、各酸洗槽11a～11dそれぞれの酸洗能力をいずれも十分に発揮させて、鋼帯15の酸洗を行うことができる。したがって、本実施形態によれば、連続酸洗装置10の全体の生産性を向上することができる。

【0059】また、本実施形態は、既存の連続酸洗装置の第3槽11cおよび最終槽11dの近傍に酸濃度連続測定装置13c、13dを設け、これらの酸濃度連続測定装置13c、13dからの出力信号を制御装置14へ送るとともに、

制御装置14のソフトを一部変更するだけで、実施することができる。このため、既存の連続酸洗設備をできるだけ改造せずに実施できる。このように、本実施形態によれば、従来の生産設備を大幅に改良することなく、不良率の低減と生産性の向上とをともに図ることができる。

【0060】

【実施例】さらに、本発明を実施例を参照しながら、より具体的に説明する。図1に示す連続酸洗装置1（各酸洗槽13a～13dの容量：50m<sup>3</sup>、酸洗液の温度：90℃）を用い、本発明にかかる連続酸洗方法と、比較例の連続酸洗方法とを用いて、鋼帯15の酸洗を1ヵ月間行った。なお、この型の連続酸洗装置を用いた酸洗では、通常、本実施例における操業期間の1ヵ月間に、操業条件の様々な変動が殆ど全て発生するため、本発明の有用性を評価するには充分な期間である。

【0061】本発明例は、制御装置14により、鋼帯15の材質および酸洗条件（酸洗液の温度および酸濃度）を用い、鋼種毎に予め求めた1次近似式に基づいて、第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれに収容された酸洗液の消費量を予測計算し、この結果により第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれに給酸を行うとともに、この給酸後に、酸濃度連続測定装置13c、13dからの連続測定値に基づいて、第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれに収容された酸洗液の酸濃度がいずれも12±0.5%になるように、第3槽酸液供給系12cおよび最終槽酸液供給系12dそれぞれのダイヤフラム弁16、16を、いずれもオン/オフ制御した。

【0062】一方、比較例は、最終槽11dのみに給酸を行い、給酸によりオーバーフローした酸液を第3槽11c、第2槽11bへ順次輸送し、第1槽11aから廃酸を行うとともに、最終槽11dに収容された酸洗液の酸濃度が12±0.5%になるように、最終槽酸液供給系12dのダイヤフラム弁16を、オン/オフ制御した。

【0063】なお、本発明例および比較例ともに、オペレータの判断により脱スケール不良が発生しない程度に通板速度を高めて、酸洗を行った。そして、第2槽11b～最終槽11dにそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度の変化幅と、脱スケール不良発生率および生産性を測定した。結果を表1にまとめて示す。

【0064】

【表1】

|      | 各酸洗槽11b～11dの酸濃度(%) |           |           | 脱スケール<br>不良発生率<br>(%) | 生産性<br>(T/hr) |
|------|--------------------|-----------|-----------|-----------------------|---------------|
|      | 第2槽11b             | 第3槽11c    | 第4槽11d    |                       |               |
| 比較例  | 5.9～6.8            | 7.1～10.3  | 10.6～13.6 | 1.5                   | 139           |
| 本発明例 | 6.5～7.9            | 11.3～12.5 | 11.4～12.2 | 0.1                   | 173           |

【0065】表1から明らかなように、本発明例によ

り、各酸洗槽11a～11dにそれぞれ収容された酸洗液の

酸濃度が、目標値を超えない範囲で高まるとともに安定化した。これにより、脱スケール不良発生率が大幅に低



減され、かつ生産性も顕著に向上した。

【0066】(変形形態)実施形態および実施例の説明では、4槽の酸洗槽を備える連続酸洗装置を用いた。しかし、本発明は、この形態には限定されず、複数の酸洗槽を備える連続酸洗装置に対して同様に適用される。

【0067】また、実施形態および実施例の説明では、第3槽および最終槽に収容された酸洗液の酸消費量を予測し、これらの酸洗槽に酸液を供給する場合を例にとった。しかし、本発明は、この形態には限定されず、第3槽および最終槽以外の他の酸洗槽に収容された酸洗液の酸消費量も予測し、これらの酸洗槽にも酸液を供給するようにしてもよい。これにより、各酸洗槽に収容された酸洗液の酸濃度を、さらに高精度で制御することができる。

【0068】また、実施形態および実施例の説明では、図2に示す酸濃度連続測定装置を用いた場合を例にとった。しかし、これはあくまでも酸濃度連続測定装置の例示であり、本発明は図2に示す酸濃度連続測定装置には限定されない。本発明は、図2に示す酸濃度連続測定装置以外でも、酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度を連続的に測定することができる酸濃度連続測定装置であれば、同様に適用することができる。

【0069】また、実施形態および実施例の説明では、少なくとも最終槽に酸液を供給される連続酸洗装置を用いた。しかし、本発明は、この形態には限定されず、最終槽には酸液を供給されない連続酸洗装置に対しても、同様に適用される。

【0070】また、実施形態および実施例の説明では、下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次オーバーフローさせる型の連続酸洗装置を用いた。しかし、本発明は、この形態には限定されず、複数の酸洗槽を有する連続酸洗装置であれば同様に適用される。例えば、図4に示すように、下流側の酸洗槽に

収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次輸送する型の連続酸洗装置に対しても、同様に適用される。

【0071】さらに、実施形態および実施例の説明では、酸液が塩酸である場合を例にとった。しかし、本発明は、この形態には限定されず、例えば硫酸等の、鋼板に酸洗処理を行うことはできる酸液であれば、等しく適用される。

【0072】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明により、各酸洗槽からの酸洗液の蒸発量をできるだけ抑制しながら、各酸洗槽に収容された酸洗液の酸濃度を、いずれも高めて目標値に近づけることができ、これにより、酸洗の生産性を向上することができる連続酸洗方法および連続酸洗装置を、既存の連続酸洗設備をできるだけ改造せずに、提供できることになった。かかる効果を有する本発明の意義は、極めて著しい。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態の連続酸洗装置の構成を模式的に示す説明図である。

【図2】実施形態の酸濃度連続測定装置の内部構造を示す説明図である。

【図3】酸洗時間と酸洗減量値との関係の一例を示すグラフである。

【図4】4槽の酸洗槽を備える従来の連続酸洗装置を模式的に示す説明図である。

【符号の説明】

10 連続酸洗装置

11c 第3槽

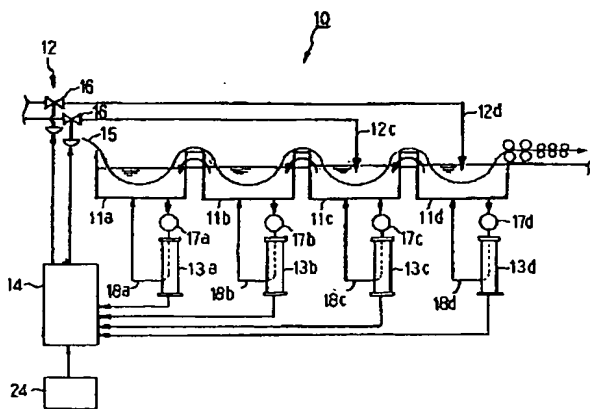
11d 最終槽

12 酸液供給系

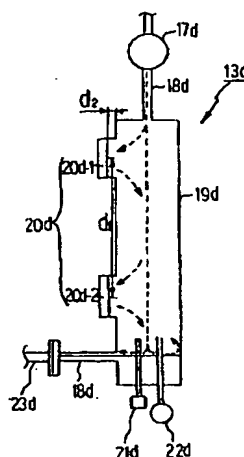
13c、13d 酸濃度連続測定装置

14 制御装置

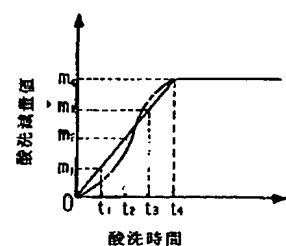
【図1】



【図2】



【図3】



【図 4】

